

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

**Driving switches for rail car with several double converter sections wired in series through choke between contact wire - current collector system and wheel - rail system**

Patent Number: DE19827872  
Publication date: 1999-12-30  
Inventor(s): REINOLD HARRY (DE); STEINER MICHAEL (DE)  
Applicant(s): ABB DAIMLER BENZ TRANSP (DE)  
Requested Patent: ☐ DE19827872  
Application Number: DE19981027872 19980623  
Priority Number(s): DE19981027872 19980623  
IPC Classification: B60L9/24; H02M5/44; H02M7/48; H02P7/63  
EC Classification: H02M5/22H, B60L9/28  
Equivalents: ☐ FR2780215

---

**Abstract**

---

Each first double converter section (6.1-6.n) has a primary four-quadrant regulator, a primary direct current (DC) intermediate circuit, a primary current inverter, a transformer and a secondary four-quadrant regulator. A second double converter section (17.1-17.m) wired in parallel forms a common secondary DC intermediate circuit (15) connected to a starting circuit (23) to trigger the driving switches.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 198 27 872 A 1

5 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
B 60 L 9/24  
H 02 M 5/44  
H 02 M 7/48  
H 02 P 7/63

21 Aktenzeichen: 198 27 872.1  
22 Anmeldetag: 23. 6. 98  
43 Offenlegungstag: 30. 12. 99

DE 198 27 872 A 1

71 Anmelder:  
ABB Daimler-Benz Transportation (Technology)  
GmbH, 13627 Berlin, DE  
74 Vertreter:  
Rupprecht, K., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 65189  
Wiesbaden

72 Erfinder:  
Steiner, Michael, Dipl.-Ing., 68723 Schwetzingen,  
DE; Reinold, Harry, Dr.-Ing., 69115 Heidelberg, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

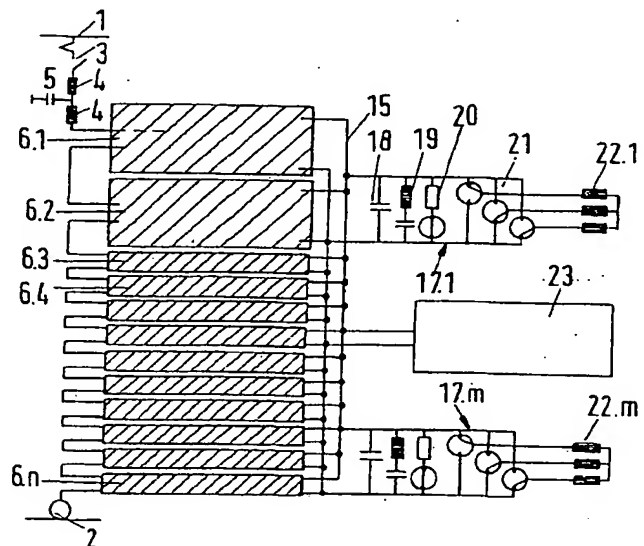
DE 196 30 284 A1  
DE 43 16 365 A1  
DE 38 35 869 A1

LANG, Andreas, PEDERSEN, Oldrup Bo: Neue  
Lokomotiven EA 3000 der Danske Statsbaner im  
Betriebseinsatz. In: eb - Elektrische Bahnen 93,  
1995, 12, S.377-385;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Antriebsschaltung für ein Schienenfahrzeug

57 Es wird eine Antriebsschaltung für ein Schienenfahr-  
zeug mit mehreren, zwischen einem Fahrdraht/Stromab-  
nehmer-System (1) und einem Rad/Schiene-System (2)  
über mindestens eine Drossel (4) in Reihe geschalteten  
ersten Teilstromrichtersystemen (6.1...6.n) vorgeschla-  
gen, wobei jedes erste Teilstromrichtersystem aus minde-  
stens einem primärseitigen Vierquadrantensteller (7), ei-  
nem primärseitigen Gleichspannungszwischenkreis (8),  
mindestens einem primärseitigen Wechselrichter (10),  
mindestens einem Transformator (12) und mindestens ei-  
nem sekundärseitigen Vierquadrantensteller (14) besteht.  
Sekundärseitig bilden parallelgeschaltete zweite Teil-  
stromrichtersysteme (17.1...17.m) einen gemeinsamen  
sekundärseitigen Gleichspannungszwischenkreis (15).  
Der sekundärseitige Gleichspannungszwischenkreis (15)  
ist mit einer Anlaufschaltung (23) verbunden, um das Auf-  
starten der Antriebsschaltung zu bewirken. Die Speisung  
der netzseitigen Leittechnik inklusive der Ansteuerein-  
richtungen für die Halbleiterschalter erfolgt über die je-  
weiligen primärseitigen Gleichspannungszwischenkreise  
(8) oder aus den Wechselspannungen der jeweiligen pri-  
märseitigen Wechselrichter (10) oder aus den primärsei-  
tigen Wechselspannungen der jeweiligen Transformatoren.



DE 198 27 872 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Antriebsschaltung für ein Schienenfahrzeug gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Eine derartige Antriebsschaltung für ein Schienenfahrzeug wird in der Patentanmeldung DE 196 30 284 A1 vorgeschlagen. Die Besonderheit der Antriebsschaltung liegt darin, daß die relativ hohe Wechselspannung zwischen Fahrdrabt/Stromabnehmer-System und Rad/Schiene-System entsprechend der Anzahl der ersten Teilstromrichtersysteme aufgeteilt wird, so daß jeder Vierquadrantensteller bzw. Wechselrichter der ersten Teilstromrichtersysteme mit Halbleiterschaltern üblicher Sperrspannungsfestigkeit betreibbar ist. Die Anzahl der zweiten Teilstromrichtersysteme richtet sich nach der erforderlichen Anzahl von Antriebsmotoren.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Antriebsschaltung für ein Schienenfahrzeug der eingangs genannten Art anzugeben, bei der ein sicheres Aufstarten gewährleistet ist.

Diese Aufgabe wird in Verbindung mit den Merkmalen des Oberbegriffes erfindungsgemäß durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile bestehen insbesondere darin, daß ein relativ rasches Aufstarten der Schaltung unter Einsatz einer kostengünstigen Anlaufschaltung erzielt wird. Der Einsatz von teuren, für Hochspannung auslegenden Baukomponenten der Leittechnik, inklusive der Ansteuereinrichtungen für die Halbleiterschalter der eingesetzten Stromrichter, wird konsequent vermieden. Ausgleichsvorgänge werden verhindert oder auf ein mit einfachen Mitteln zu bewältigendes Maß reduziert. Die Energieversorgung der Anlaufschaltung kann aus einer Batterie oder aus dem Netz erfolgen.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 den prinzipiellen Aufbau der Antriebsschaltung,

Fig. 2 eine Ausführungsform des ersten Stromrichtersystems,

Fig. 3 eine alternative Ausführungsform des ersten Stromrichtersystems (Halbbrückenschaltung),

Fig. 4 eine erste Ausführungsform einer Anlaufschaltung,

Fig. 5 eine zweite Ausführungsform einer Anlaufschaltung,

Fig. 6 eine dritte Ausführungsform einer Anlaufschaltung,

Fig. 7 eine vierte Ausführungsform einer Anlaufschaltung.

In Fig. 1 ist der prinzipielle Aufbau der Antriebsschaltung dargestellt, wie er zum großen Teil aus der DE 196 30 284 A1 bekannt ist. Zwischen einem Fahrdrabt/Stromabnehmer-System 1 und einem Rad/Schiene-System 2 liegen  $n$  netzseitig (primärseitig) in Reihe geschaltete und sekundärseitig parallelgeschaltete erste Teilstromrichtersysteme 6.1 ... 6. $n$ , die nach Fig. 2 oder Fig. 3 ausgebildet sind. Der Anschluß des Teilstromrichtersystems 6.1 an das Fahrdrabt/Stromabnehmer-System 1 erfolgt über zwei in Reihe angeordnete Haupteingangsdrosseln 4 eines Hochspannungsnetzfilters und einen Hauptschalter 3. Der Verbindungspunkt beider Haupteingangsdrosseln 4 ist während des Normalbetriebes über einen Haupteingangskondensator 5 des Hochspannungsnetzfilters auf Masse gelegt.

Jedes Teilstromrichtersystem 6.1 ... 6. $n$  ( $n = 2, 3, 4, 5$ ) nach Fig. 2 oder Fig. 3 besteht aus einem primärseitigen, mit einer Taktfrequenz bis vorzugsweise etwa 500 Hz betriebenen Vierquadrantensteller (Gleichrichter) 7, einem primär-

seitigen Gleichstromzwischenkreis 8 mit mindestens einem primärseitigem Zwischenkreiskondensator 9, einem primärseitigen, mit einer Taktfrequenz von vorzugsweise 8 bis 20 kHz betriebenen Wechselrichter 10, einem Transformator 12, einem sekundärseitigem, mit einer Taktfrequenz von 8 bis 20 kHz betriebenen Vierquadrantensteller (Gleichrichter) 14 und mindestens einem sekundärseitigen Zwischenkreiskondensator 16. Die parallelgeschalteten Zwischenkreiskondensatoren 16 bilden eine Teilkapazität des gemeinsamen sekundärseitigen Gleichspannungszwischenkreises 15. In Reihe zur Primär- bzw. Sekundärwicklung des Transformators 12 liegt jeweils ein Wechselspannungskondensator 11 bzw. 13.

Die weitere Teilkapazität des gemeinsamen sekundärseitigen Gleichspannungszwischenkreises 15 wird von  $m$  ( $m = 2, 3, 4$ ) zweiten Teilstromrichtersystemen 17.1 ... 17. $m$  gebildet. Zwischen den primärseitigen Gleichspannungszwischenkreisen 8 und dem sekundärseitigem Gleichspannungszwischenkreis 15 besteht eine harte Kopplung. Jedes zweite Teilstromrichtersystem 17.1 ... 17. $m$  weist einen mit einer Taktfrequenz bis vorzugsweise etwa 500 Hz betriebenen Wechselrichter (Maschinenstromrichter) 21 auf, an den ein Antriebsmotor 22.1 ... 22. $m$  angeschlossen ist. Jedes zweite Teilstromrichtersystem kann einen Saugkreis 19 und einen Bremswiderstand mit Halbleiterschalter 20 aufweisen.

Die Versorgung der netzseitigen Leittechnik, inklusive Ansteuereinrichtungen für die Halbleiterschalter der Vierquadrantensteller 7 und Wechselrichter 10 erfolgt aus den jeweiligen primärseitigen Gleichspannungszwischenkreisen 8 oder aus den Wechselspannungen der jeweiligen Wechselrichter 10 oder aus den primärseitigen Wechselspannungen der jeweiligen Transformatoren 12. Hierdurch lassen sich vorteilhaft Hochspannungsnetzteile vermeiden. Das Spannungspotential des sekundärseitigen Gleichspannungszwischenkreises 15 ist in der Nähe des Massepotentials, weswegen vorteilhaft Standardnetzteile (für übliche Spannungsfestigkeit) ausreichen, um die Leittechnik inklusive der Ansteuereinrichtungen für die Halbleiterschalter der Vierquadrantensteller 14 und Wechselrichter 21 zu versorgen.

Eine Anlaufschaltung 23 dient für den Anlauf der Schaltung und realisiert in einem ersten Schritt das Aufladen des sekundärseitigen Gleichspannungszwischenkreises 15, d. h. die Anschlüsse der Anlaufschaltung 23 sind mit den Polen des sekundärseitigen Gleichspannungszwischenkreises 15 verbunden.

In Fig. 4 ist eine erste Ausführungsform einer Anlaufschaltung 23 dargestellt. Die über einen Anlaufschalter 24 miteinander verbindbaren Eingänge der Anlaufschaltung 23 sind über einen Aufladewiderstand 25 und einen Schalter 37 mit den Wechselspannungsanschlüssen einer Diodenbrücke 26 verbunden, deren Gleichspannungsanschlüsse zum sekundärseitigen Gleichspannungszwischenkreis 15 führen. Der Schalter 37 dient zur Trennung des sekundärseitigen Gleichspannungszwischenkreises 15 vom Netz während des Normalbetriebes.

Während der eine Eingang der Anlaufschaltung 23 am Rad/Schiene-System 2 angeschlossen ist, führt der weitere Eingang der Anlaufschaltung 23 über den Haupteingangskondensator 5 zum gemeinsamen Verbindungspunkt beider Haupteingangsdrosseln 4. Die Verbindung zwischen den Haupteingangsdrosseln 4 und dem ersten Teilstromrichtersystem 6.1 ist zum Aufstarten mittels eines Traktionsschalters 29 unterbrechbar.

Der über den Haupteingangskondensator 5 fließende Filterstrom ist mit  $i_F$ , die zwischen Fahrdrabt/Stromabnehmer-System 1 und Rad/Schiene-System 2 anstehende Netzspannung ist mit  $u_N$  und die Spannung am Anlaufschalter 24 ist

mit uS bezeichnet.

In Fig. 5 ist eine zweite Ausführungsform einer Anlaufschaltung dargestellt. Bei dieser Anlaufschaltung 23 entfällt im Vergleich zur Ausführungsform gemäß Fig. 4 der Schalter 37. Der Aufladewiderstand 25 ist vielmehr über einen der Potentialtrennung des sekundärseitigen Gleichspannungszwischenkreises 15 vom Netz dienenden, mit Netzfrequenz betreibbaren Transformator 30 mit der Diodenbrücke 26 verbunden. Damit ergibt sich eine im Vergleich zur Ausführungsform gemäß Fig. 4 verbesserte Potentialtrennung, was aus Schutzgründen vorteilhaft ist. Der sekundärseitige Gleichspannungszwischenkreis 15 kann aus Schutzgründen geerdet werden, ohne daß dabei die Funktion der Diodenbrücke 26 gestört wird. Die Spannung am Transformator 30 mit uT bezeichnet.

Beide Ausführungsformen gemäß den Fig. 4 und 5 bieten den zusätzlichen Vorteil, daß das Hochspannungsnetzfilter, insbesondere der Haupteingangskondensator 5, während des Aufstartens vorgeladen wird, was Ausgleichsvorgänge verhindert oder zumindest reduziert.

In Fig. 6 ist eine dritte Ausführungsform einer Anlaufschaltung dargestellt. Bei dieser Anlaufschaltung 23 ist eine Batterie 31 über einen Steller 32 – vorzugsweise ein bidirektionales Batterieladegerät – mit dem sekundärseitigen Gleichspannungszwischenkreis 15 verbunden. Auf diese Weise ist sichergestellt, daß die Batterie 31 während des Normalbetriebes über den Steller 32 stets aufgeladen wird und somit für den Aufstartvorgang ihre volle Kapazität aufweist.

In Fig. 7 ist eine vierte Ausführungsform einer Anlaufschaltung dargestellt. Bei dieser Anlaufschaltung 23 ist ein Netztransformator 34 primärseitig über einen Anlaufschalter 33 mit dem Fahrdrabt/Stromabnehmer-System 1 und dem Rad/Schiene-System 2 sowie sekundärseitig über einen Gleichrichter 35 (Diodenbrücke) und einen Aufladewiderstand 36 mit dem sekundärseitigen Gleichspannungszwischenkreis 15 verbunden. Der Netztransformator 34 bietet den Vorteil, daß eine Potentialtrennung zwischen sekundärseitigem Gleichspannungszwischenkreis 15 und dem Netz realisiert wird.

Das Aufstartkonzept sieht für alle vorstehend behandelten Ausführungsformen vor, daß die Anlaufschaltung 23 in den sekundärseitigen Gleichspannungszwischenkreis 15 einspeist, wobei der Hauptschalter 3 bei den Ausführungsformen gemäß Fig. 6, 7 geöffnet ist. Der Anlaufschalter 24 und der Traktionsschalter 29 bei den Ausführungsformen gemäß Fig. 4, 5 sind geöffnet. Der Schalter 37 bei der Ausführungsform gemäß Fig. 4 sowie der Anlaufschalter 33 bei der Ausführungsform gemäß Fig. 7 sind geschlossen.

Bei den Ausführungsformen gemäß Fig. 4 und 5 ist der Hauptschalter 3 geschlossen, der Filterstrom iF fließt über das Hochspannungsnetzfilter, den Aufladewiderstand 25 und die Diodenbrücke 26 in den sekundärseitigen Gleichspannungszwischenkreis 15, wodurch alle Parallelgeschalteten Zwischenkreiskondensatoren 16, 18 gleichmäßig aufgeladen werden.

Allen Ausführungsformen ist es gemeinsam, daß die Ladeschaltungen in die sekundären Zwischenkreise einspeisen. Die Halbleiterschalter der sekundärseitigen Vierquadrantensteller 14 takten. Die Aufladung der primärseitigen Gleichspannungszwischenkreise 8 erfolgt über die Transformatoren 12 und die Dioden der primärseitigen Wechselrichter 10. Erreicht die Spannung der primärseitigen Gleichspannungszwischenkreise 8 eine vorgegebene Spannungsschwelle, können die zur Versorgung/Ansteuerung der Halbleiterschalter der primärseitigen Vierquadrantensteller 7 und primärseitigen Wechselrichter 10 dienenden Ansteuer-einrichtungen (Netzteile) arbeiten. Damit ist die Antriebs-

schaltung prinzipiell betriebsbereit.

Der Hauptschalter 3 kann jetzt bei den Ausführungsformen gemäß Fig. 6, 7 geschlossen werden, ohne daß dabei Ausgleichsvorgänge auf der Netzseite erzeugt werden (die Summe aller Spannungen der primärseitigen Gleichspannungszwischenkreise ist größer als die Netzspannung). Das gleiche gilt für die jetzt schließbaren Traktionsschalter 29 bei den Ausführungsformen gemäß Fig. 4, 5. Ferner sind jetzt die Anlaufschalter 24 bei den Ausführungsformen gemäß den Fig. 4, 5 zu schließen, um die Erdung des Haupteingangskondensators herzustellen. Zur Potentialtrennung werden der Schalter 37 bei der Ausführungsform gemäß Fig. 4 und der Schalter 33 bei der Ausführungsform gemäß Fig. 7 geöffnet.

#### Patentansprüche

1. Antriebsschaltung für ein Schienenfahrzeug mit mehreren, zwischen einem Fahrdrabt/Stromabnehmer-System (1) und einem Rad/Schiene-System (2) über mindestens eine Drossel (4) in Reihe geschalteten ersten Teilstromrichtersystemen (6.1 ... 6.n), wobei jedes erste Teilstromrichtersystem aus mindestens einem primärseitigen Vierquadrantensteller (7), einem primärseitigen Gleichspannungszwischenkreis (8), mindestens einem primärseitigen Wechselrichter (10), mindestens einem Transformator (12) und mindestens einem sekundärseitigen Vierquadrantensteller (14) besteht und wobei sekundärseitig parallelgeschaltete zweite Teilstromrichtersysteme (17.1 ... 17.m) einen gemeinsamen sekundärseitigen Gleichspannungszwischenkreis (15) bilden, dadurch gekennzeichnet, daß der sekundärseitige Gleichspannungszwischenkreis (15) mit einer Anlaufschaltung (23) verbunden ist und daß die Speisung der netzseitigen Leittechnik inklusive der Ansteuer-einrichtungen für die Halbleiterschalter des primärseitigen Vierquadrantenstellers (7) über die jeweiligen primärseitigen Gleichspannungszwischenkreise (8) oder aus den Wechselspannungen der jeweiligen primärseitigen Wechselrichter (10) oder aus den primärseitigen Wechselspannungen der jeweiligen Transformatoren (12) erfolgt.

2. Antriebsschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Anlaufschaltung (23) eine Diodenbrücke (26) aufweist, die gleichspannungsseitig mit dem sekundärseitigen Gleichspannungszwischenkreis (15) und wechselspannungsseitig über einen Aufladewiderstand (25) zwischen Fahrdrabt/Stromabnehmer-System (1) und Rad/Schiene-System (2) schaltbar ist, wobei ein Transformator (30) zwischen Aufladewiderstand (25) und Diodenbrücke (26) vorgesehen ist.

3. Antriebsschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Anschluß an das Fahrdrabt/Stromabnehmer-System (1) über eine Haupteingangsdrossel (4) und einen Haupteingangskondensator (5) eines Hochspannungsnetzfilters erfolgt, wobei ein Traktionsschalter (29) zwischen dem Hochspannungsnetzfilter und dem ersten Teilstromrichtersystem (6.1) vorgesehen ist.

4. Antriebsschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Anlaufschaltung (23) eine Batterie (31) mit Steller (32) aufweist.

5. Antriebsschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Anlaufschaltung (23) einen Netztransformator (34) mit angeschlossenem Gleich-

richter (35) und Aufladewiderstand (36) aufweist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

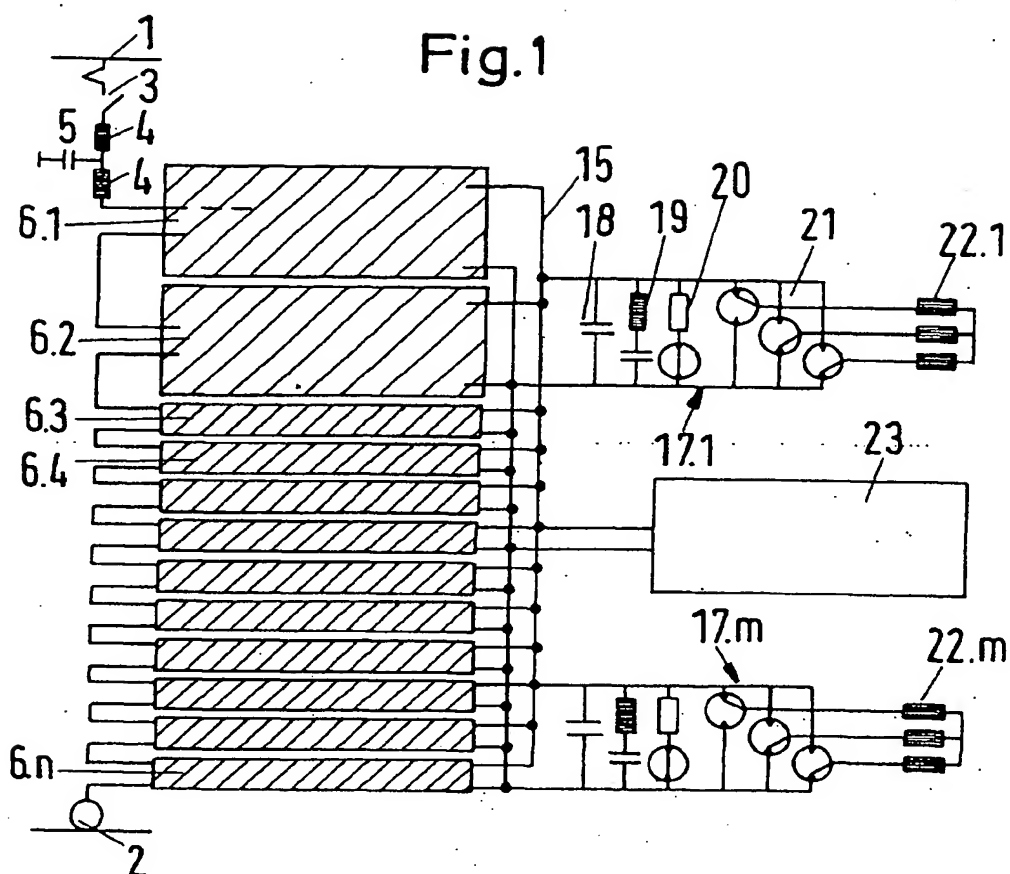
45

50

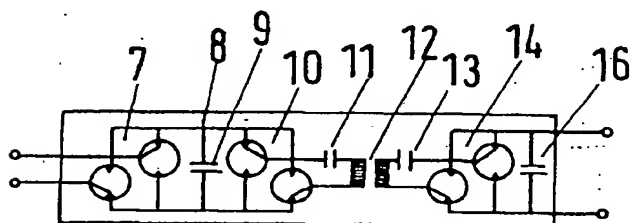
55

60

65



**Fig.2**



**Fig.3**

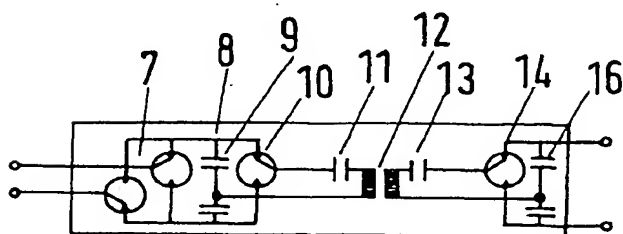


Fig.4

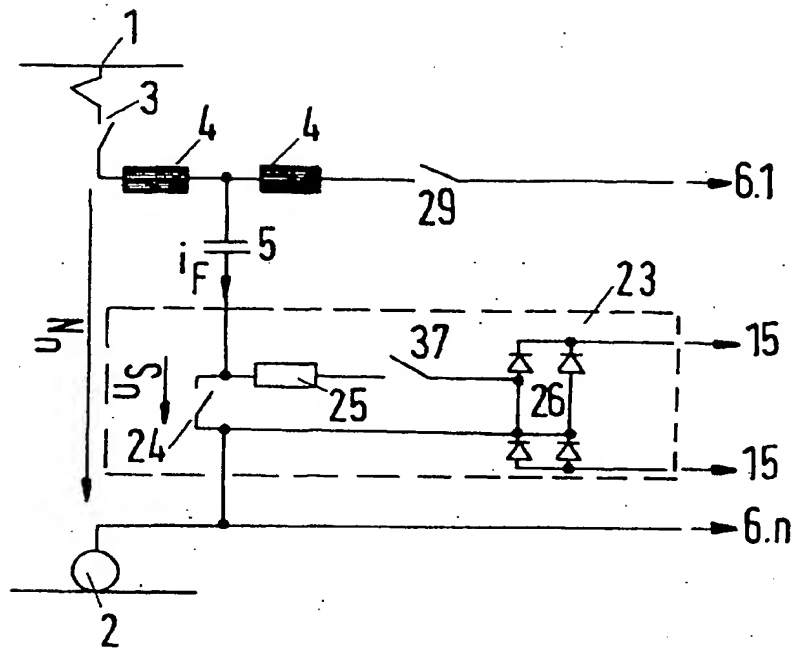


Fig.5

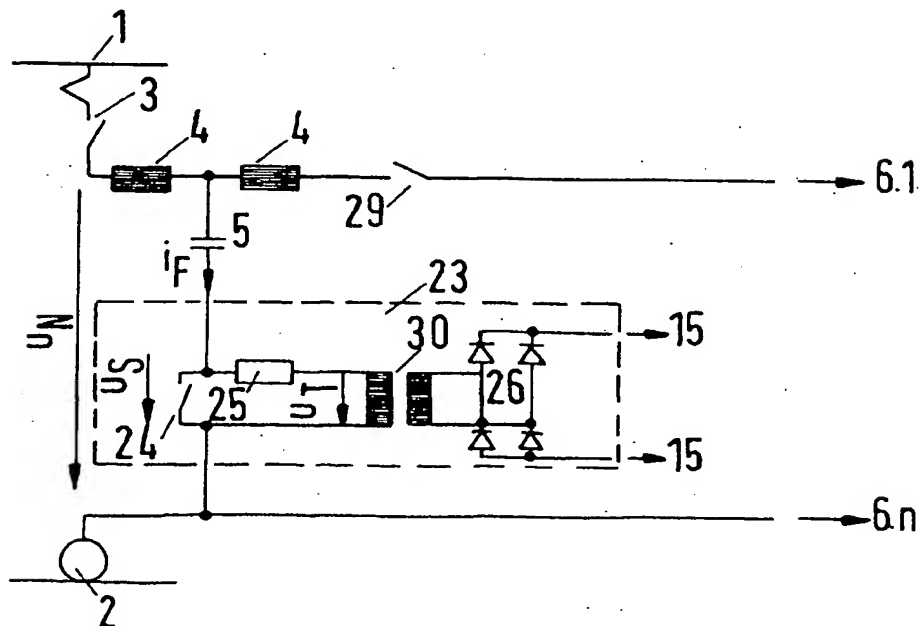




Fig.6

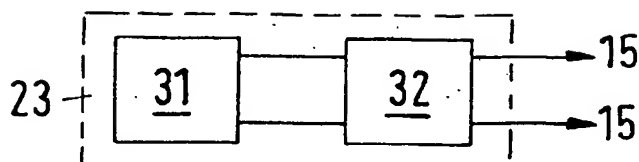


Fig.7

